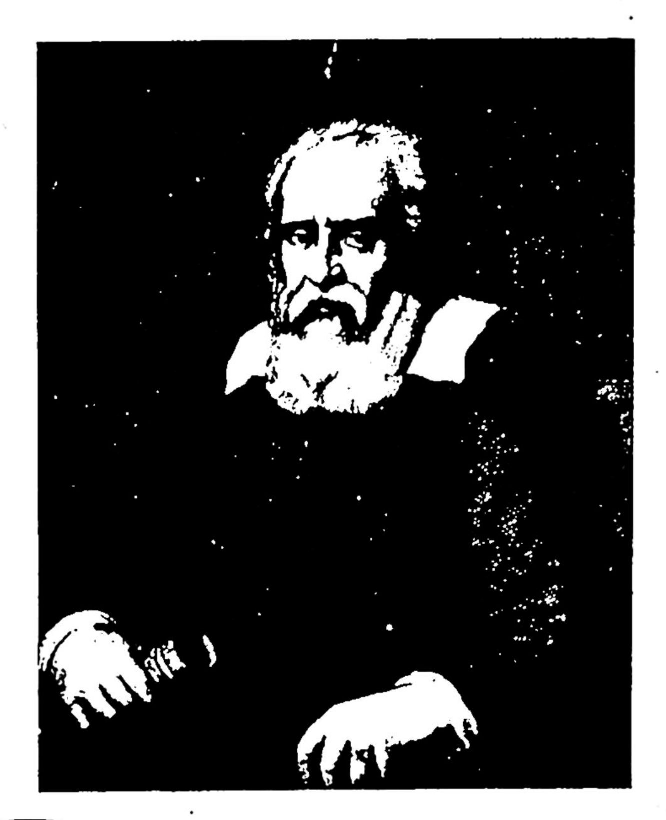


3 CONFERENCIAS

IV CENTENARIO DEL NACIMIENTO DE

GALILEO GALILEI

PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Serie Filosofía N° 26

IV CENTENARIO DEL NACIMIENTO DE

GALILEO GALILEI

3 CONFERENCIAS

Por
Abelardo Bonilla
Teodoro Olarte del Castillo
Manuel Tebas Peiró

San José, Costa Rica
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

PRESENTACION

El año 1964, con ocasión de cumplirse cuatrocientos años del nacimiento de GALILEO GALILEI, el servicio de Extensión Cultural de la Universidad de Costa Rica y la Embajada de Italia, con el deseo de estimular el conocimiento de esa gran figura científica y humanista, organizaron una conmemoración -en el ámbito universitario y en el nacional- con un ciclo de conferencias y tres concursos. Las conferencias, dadas por los catedráticos D. Abelardo Bonilla, D. Teodoro Olarte y D. Manuel Tebas Peiró, constituyen la presente publicación. Puede entenderse -a través de la lectura de estas conferencias- la importancia tan grande que tiene Galileo en la historia del pensamiento. En verdad, éste constituye lo que ha sido llamado el momento de madurez de la ciencia moderna, que representa, además, un rasgo muy importante de la mentalidad moderna: la unión de la especulación con el hecho y la constante voluntad de vincular la teoría con la realidad observable. Es oportuno recordar como para Galileo la investigación natural no tiene sentido en un simple recopilar datos sensibles, sino en una particular ordena-

ción de los mismos, en virtud de la razón matemática, sobre la cual se fundan las relaciones legales de los fenómenos. En el campo filosófico, la nueva idea de la física influyó notablemente sobre el desarrollo del pensamiento filosófico. Ha de admitirse -a este respecto- que sin la aportación de la física de Galileo no se comprende plenamente, por ejemplo, el pensamiento filosófico de Descartes, lo que equivale a decir el pensamiento moderno. La afirmación, en las concepciones de Galileo, de la subjetividad de las cualidades sensibles -o cualidades así llamadas secundarias- en relación con la objetividad de las relaciones numéricas y geométricas, cuantitativas, inician una "temática" que alentará por mucho tiempo en el campo de la filosofía. Es a esto a lo que se ha llamado la razón física. Otro de los rasgos de la mentalidad moderna ha sido la atención muy especial otorgada al conocimiento de la naturaleza, precisamente según las pautas señaladas por la llamada "ciencia moderna", lo que equivale a decir, con una orientación dada por la física-matemática, en cuyo desarrollo tanto relieve tiene la figura a que estas palabras se refieren. A este respecto siempre resulta motivo de meditación citar el famoso texto de Galileo: "La filosofía está escrita en este grandísimo libro que continuamente está abierto ante nuestros ojos (digo: el universo), pero no puede entenderse si antes no se procura entender su lengua y conocer los caracteres en los cuales está escrito. Este libro está escrito en lengua matemática..."

La notable parte que debe desempeñar el entendimiento humano, en lo que respecta a la formación de la ciencia natural, que impone el esfuerzo de superar la apariencia sensible, a fin de evitar un extravío en la enmarañada madeja de los hechos, señala otro paso de largas consecuencias en el pensamiento de Galileo. Ha solido citarse -en el caso del movimiento- el interesante planteamiento que hace, al suponer el origen del movimiento en los cuerpos proyectados, cuius motus generationem talem constituit. Mobile quoddam super planum horizontalem MENTE CONCIPIO omni secluso inpedimento.

Galileo profesó en la Academia Florentina, en Pisa y en Padua. Hizo descubrimientos y participó en asuntos que lo han hecho renombrado: insocronismo del péndulo, balanza hidrostática, centro de gravedad de los sólidos, principios de la dinámica, principio de inercia, satélites de júpiter, telescopio, dificultades por buscar acuerdo entre el sistema copernicano y las sagradas escrituras...

Con estas breves frases de presentación invito a los lectores a hacer un esfuerzo por ir de cuando en cuando hasta aspectos radicales de lo que constituye nuestra existencia presente y a meditar en los puntos de vista tan valiosos expresados en las conferencias contenidas en esta publicación.

GUILLERMO MALAVASSI V.
Secretario General de la
Universidad de Costa Rica

GALILEO Y SU EPOCA

Por Abelardo Bonilla

Este cuarto centenario del nacimiento de Galileo nos plantea, en un afán de comprender mejor los orígenes de nuestra época contemporánea, la compleja tarea de volver a lo pasado, a los dos grandes siglos que vieron el ocaso de la Edad Media y la aurora de la Edad Moderna. La tarea, poco menos que imposible, de recorrer en una breve excursión, el tiempo, denso e ingrávido de grandes acontecimientos, que va de la hazaña de Colón a la de Galileo, "desde el descubrimiento de la tierra hasta el descubrimiento del cielo", para usar la frase de Michelet.

No vamos a enfrentarnos hoy al magnífico florecimiento que alcanzaron la literatura y el arte en los dos siglos: el del clasicismo renacentista y el del barroco. Aunque fueron brillantes y esenciales las expresiones de la belleza, las situamos al margen para fijar la atención en el vasto y no menos apasionante panorama que aquellos siglos nos ofrecen con las primeras aventuras de las ciencias de la naturaleza. Si en algunos casos, como es el del humanis-

mo, cabe para aquel período el nombre de Renacimiento, para éste de las técnicas científicas debemos hablar con más propiedad de nacimiento, puesto que nuevos y propios del tiempo son la voluntad de dominio del espacio, el concepto de infinito y los métodos experimentales, umbral del progreso técnico contemporáneo. No quiere decir lo anterior que se ignorara la ciencia de la Antigüedad. En el siglo quince se publicaron y estudiaron las obras de Medicina de Galeno y de Hipócrates, la Física de Aristóteles, la Cosmografía de Ptolomeo, la Historia Natural de Plinio, la Botánica de Teofrasto, la Física de Arquímides y la Geometría de Euclides. Pero esta masa de materiales fue perdiendo autoridad y fue superada con nuevos puntos de vista.

Un propósito de síntesis nos mueve a simplificar un poco la tupida selva de la época y a explicar este florecimiento científico -posterior al período teocrático y trascendente del medioevo- como un efecto del descubrimiento de la naturaleza y del hombre, y a canalizarlo, por razones de orden y de método, en dos distintos campos. Por una parte, la aventura de la mente, del pensamiento puro, que condujo a una nueva concepción del mundo y de la vida; por otra, la aventura de la experiencia, con la que el hombre se enfrentó a la naturaleza en busca de sus leyes inmanentes.

La que llamamos aventura de la mente y que puede reducirse a una rebelión contra el pensamiento aristotélico de las escuelas, se inició en el siglo catorce en las universidades, que en esa centuria y en parte de las siguientes gozaron de un ambiente de libertad y fueron verdaderas potencias frente a los poderes civiles y religiosos. Esa rebelión que se prolongó durante todo el período renacentista, tuvo su centro en el auge del nominalismo, iniciado por Guillermo de Occam. Pero el nominalismo no significaba únicamente una reacción contra los conceptos universales y no era ya una solución más de este problema, sino que tenía mayor alcance: entrañaba un nuevo espíritu contrario a las construcciones metafísicas anteriores y fue un heraldo de los métodos experimentales. En efecto, el pensamiento antiescolástico de Rogelio Bacon, Guillermo de Occam, Nicolás de Cusa y Giordano Bruno huye tanto del yugo de la autoridad como de las explicaciones trascendentales, para estudiar la naturaleza por sí misma, apartando todo lo relativo al origen y al fin de las cosas y determinando sus leyes inmanentes. Ya no son Platón y Aristóteles los que privan sino Arquímedes que había unido las matemáticas a la experiencia.

En aquel intenso crisol de vida nueva y anhelante, los hombres prácticos superan a los meditadores, e incluso los grandes artistas son hombres de acción. Un caso típico del hombre del Renacimiento fue el de Leonardo Da Vinci, posiblemente el más universal de todos, ya que no solamente fue pintor y escultor sino también matemático, físico, ingeniero e investigador en la anatomía y en la mecánica. Apenas si se encuentra un filósofo que no sea también médico o al menos astrólogo.

En este campo de las grandes conquistas del pensamiento debemos situar la hazaña de Colón, que, evidentemente, no partió de la experiencia. Recordemos que Aristóteles había supuesto la existencia de un océano, no muy extenso, entre el extremo de lo

que es hoy España y las costas de la India y que esta idea, secundada luego por Séneca y recogida por Pedro de Ailly y por Toscanelli, fue el punto de partida del gran genovés en su viaje a través del "mar tenebroso". Tampoco provino de la experiencia, sino de la mente, la gigantesca hazaña de la teoría heliocéntrica de Nicolás Copérnico. Los sentidos y la autoridad de la iglesia confirmaban la doctrina de Aristóteles, según la cual la tierra, centro del universo, está firme bajo nuestros pies, mientras que los astros, esferas perfectas, giran a su alrededor. Pero Copérnico, influído quizá por el profesor Novara y poseído de la idea pitagórica que concebía el universo como una armonía de números, concibió lo que Kant llama la "inversión copernicana": si las cosas del universo, tal como las entendían Aristóteles y Ptolomeo, no respondían a su pensamiento, no era éste el que tenía que cambiar, era el orden del universo el que tenía que adaptarse a la mente. Y fue así como Copérnico desplazó a la tierra y al hombre del centro del universo y concibió un nuevo cosmos que cumplía mejor las condiciones de la armonía matemática y de la estética. Y en 1530, con el apoyo del Pontífice Clemente VII pero en medio del silencio y la incredulidad del gran público, escribió su tratado *De las revoluciones del orbe celeste*, cuyo primer ejemplar recibió en 1543 cuando estaba ya en su lecho de muerte.

Hay, además, una vasta zona de realizaciones renacentistas en la que se combinan el pensamiento y la observación. En este campo se hallan las conquistas técnicas del arte, la perspectiva, el escorzo y las proporciones arquitectónicas que derivan del dominio del espacio. Y a esta esfera corresponden

también las concepciones políticas, tan varias y elocuentes, ante el nacimiento del Estado nacional de tipo moderno, otro de los hechos determinantes del Renacimiento. En 1532 se produce *El Príncipe* de Maquiavelo, que es la apología de los fines inmediatos del gobernante sin reparar en los medios, y en 1576 aparece *La República* de Bodin, quien, guiado por la idea de un determinismo universal, considera el estado como una realidad de derecho e identifica la soberanía con el absolutismo monárquico. Pero en la misma fecha de *El Príncipe* surge en España la obra de Francisco de Vitoria y Domingo de Soto, creadores del Derecho Internacional, quienes concibieron un *totus orbis* basado en los principios morales y en el derecho natural, pero afirmado en la tormentosa realidad del mundo, cuya paz siguen todavía hoy buscando afanosamente los pueblos. Y en esta misma zona situaríamos también la obra de Kepler, el continuador de Copérnico, astrólogo y matemático, que abrigó en su juventud el convencimiento de que Dios había creado el mundo según un sistema perfecto de números y atribuía a esta armoniosa unidad, que llamaba música de las estrellas, la razón del movimiento de los planetas. Esta idea estética y mística lo guió en sus investigaciones y estudios sobre las distancias de los planetas y su período de revolución en torno al sol. Así, en 1601, con ayuda de los estudios que heredó de Tycho Brahe, publicó su *Nueva Astronomía* en la que demuestra que los planetas describen trayectorias, no circulares como creía Copérnico, sino elípticas y en las que el sol ocupa uno de los focos.

Pero el campo de la observación y de la experiencia, si no el más elevado espiritualmente, fue el

más rico en la cosecha científica del Renacimiento. Y creemos estar en lo cierto al afirmar que, teóricamente, se derivó del nominalismo y, prácticamente, del descubrimiento de América y de los viajes alrededor del mundo. Para el hombre del Viejo Mundo aquellos hechos significaron la duplicación de la obra del Creador, despertaron el interés por las nuevas tierras y crearon un nuevo espíritu de investigación, en que el camino ya no era la lectura de la autoridad sino la visión directa.

Se abrieron entonces las rutas de las ciencias positivas y aunque parezca una paradoja, mientras se desechaba la opinión antigua y medieval y se reaccionaba contra la filosofía de las escuelas, fue la escolástica la que proporcionó el método científico del naturalismo. El proceso inicial se desarrolló en un ambiente de duda, la que en el siglo diecisiete habría de ser convertida por Descartes en duda metódica. No en vano se habían equivocado los sabios de la Antigüedad y de la Edad Media y no en vano habían sido ya rectificados muchos de sus conocimientos. En el siglo catorce, Durando de Saint-Pourçain declara que no acepta la autoridad de ningún doctor, "por muy célebre o solemne que sea"; en el quince, Lorenzo Valla condena la física de Aristóteles, desprecia la Biblia y declara que la religión cristiana no reposa sobre pruebas sino sobre la fe que pretende ser superior a toda prueba; en el dieciséis Nicolás de Cusa escribe una obra que se llama La Ignorancia Consciente y el médico portugués Francisco Sánchez publica otra con el título Que nada se sabe, breviario del escepticismo en el que se enfrenta a la posibilidad de una ciencia perfecta y completa; el español Gómez Pereira, después de declarar la guerra a toda autoridad científica, se atiene a su propia intimidad y dice "conozco que algo conozco; todo lo que conoce es, luego soy", el mismo principio que más adelante sería base del pensamiento cartesiano. En la literatura el ambiente de duda se aprecia en las obras de Montaigne, de Rabelais y especialmente en el Quijote de Cervantes.

Fueron las ciencias naturales, zoología y botánica principalmente, y la medicina, las que más interesaron a raíz de los viajes oceánicos, del descubrimiento de tierras desconocidas y de las enfermedades y pestes, también desconocidas, que invadieron Europa propagadas por los navegantes. En relación con estas ciencias, debe tomarse en cuenta que la navegación de altura obligó a españoles y portugueses a superar sus conocimientos astronómicos, a determinar las coordenadas geográficas y a resolver varios problemas náuticos como el de las variaciones magnéticas de la brújula y el del trazado de los paralelos equidistantes. El sabio alemán Alejandro de Humboldt dice: "El fundamento de lo que hoy se llama Física del Globo, prescindiendo de las consideraciones matemáticas, se halla en la obra del jesuita español José Acosta titulada Historia Natural de las Indias", y el italiano Parodi nos dice: Sin ninguna reserva puede afirmarse que Fernández de Oviedo fue el primer naturalista que reseñó metódicamente, haciendolas conocer a Europa, las plantas más útiles de la flora americana.

En la medicina es conocido el rápido avance que, abandonando la autoridad hasta entonces indiscutible de Galeno, y basado en el estudio directo del cuerpo humano, se inició con Paracelso y con Ambrosio

Paré, precursores de la medicina y de la cirugía respectivamente, y continuó con Andrés Vesalio el gran anatomista belga; con Miguel Servet, que descubrió la circulación pulmonar, y culminó en el siglo diecisiete con William Harvey quien descubrió la circulación de la sangre, bases todas ellas de la medicina contemporánea.

Lo que más nos interesa, sin embargo, son las conquistas en los problemas del movimiento en los espacios siderales, ya que conmemoramos el centenario de Galileo, el genio en quien mejor se unen la aventura de la mente y la de la experiencia. Fue el sabio italiano, con sus experiencias en Pisa, quien terminó con el principio de la Física de Aristóteles: "Todo lo que se mueve es movido por otra cosa". El Estagirita había afirmado que la velocidad de la caída es mayor o menor según el peso del objeto que cae; Galileo demostró que los graves, cualquiera que sea su peso, llegan al mismo tiempo al suelo y caen con velocidad creciente. Y demostró, además, que si las cosas están en movimiento, continúan en él, si no hay fuerza que se oponga a ese estado, como si están en reposo, así se mantienen, si no hay quien las ponga en movimiento. Con estos principios era ya evidente que los cuerpos celestes en su continuo girar no requerían la persistente aplicación de fuerzas motoras y que los planetas seguirán rodando indefinidamente a través de los espacios porque no existe causa que los detenga, aunque, por efecto de alguna fuerza que modifica su dirección, no siguen en línea recta sino en órbitas alrededor de otros cuerpos. Interesa anotar, como símbolo de la continuidad de las ciencias, que Galileo murió en 1642, el mismo año en que nació Isaac Newton, el descubridor

de la gravedad y de la mecánica celeste.

Sin referirnos a sus grandes obras, que serán objeto de otras conferencias, diremos únicamente que nunca se ha acumulado tanto material nuevo y sorprendente en tan pocas páginas como en la pequeña obra Nuntio Sidereo publicada por Galileo en Venecia en 1610, dedicada a Cosme II de Medicis, Gran Duque de Toscana, obra en la que se describen los célebres descubrimientos que realizó con el telescopio que él había reinventado.

Pero tendríamos una falsa idea de estos dos siglos sino tomáramos en cuenta que no fueron exclusivamente de ciencia pura como pareciera indicarlo todo lo anterior. Una época, ésta como cualquiera otra, es siempre de acumulación cultural en la que privan los residuos de las épocas anteriores y el Renacimiento no fue una excepción en esto. Con los primeros pasos de la investigación se mezclaron muchos errores y concepciones del pasado: la astrología, producto de la Filosofía Antigua y de los lazos de simpatía que ligaban a todos los componentes del universo, desde los astros hasta las partes del cuerpo humano; la cábala, de origen hebreo, una especie de adivinación basada en la correspondencia con los números y los símbolos; la magia y la brujería, producto del antiguo animismo, y de las leyes de imitación y del eterno anhelo del hombre por avizorar el futuro. Pero estos escollos, de lo que en parte nos hemos liberado, contribuyen precisamente a exaltar la obra de los sabios. Los aristotélicos y escolásticos concebían un universo ordenado, limitado, cuyo centro era la tierra inmóvil, alrededor de la cual giraban los cuerpos celeste en órbitas de veinticuatro horas. Copérni-

co, Kepler y Galileo, los tres en lucha abierta con la autoridad tradicional y tenaz, destruyeron aquella concepción antropocéntrica, guiados por una idea esencial: la de que existe una armonía oculta, de orden matemático, bajo la diversidad de los fenómenos de la naturaleza, o, dicho de otro modo, que las leyes de la naturaleza son las leyes matemáticas, tal como lo entiende la ciencia de nuestros días.

Desde otro punto de vista, el del barroco -puesto que Galileo vivió en el siglo diecisiete su vida más fértil- puede observarse que estos sabios impusieron el dinamismo a un universo inmóvil y que, en consecuencia, hubo una correspondencia entre sus concepciones y el dinamismo de los edificios barrocos, de las últimas obras de Miguel Angel, de las esculturas de Bernini y los cuadros de Rubens y Rembrandt. Difícil, si no imposible, es separar los dos períodos que se integran y complementan. De un lado, en el siglo dieciséis, tenemos las esencias clasicas de origen greco latino; de otro, la obra del hombre y el espíritu del siglo diecisiete: el paso de lo lineal y superficial a lo profundo, de lo claro a lo complicado, de lo limitado a lo infinito, de lo estático a lo dinámico. Y en este paso, en aquel la extraordinaria experiencia, filosófica, humana y naturalista, se generó e inició su desarrollo el alma faustica de la cultura occidental.

GALILEO Y LA CRISIS DE LA ESCOLASTICA

Lic. Teodoro Olarte Sáenz del Castillo

Por escolástica entiendo la filosofía que desde el siglo XIII camina por los derroteros abiertos por Aristóteles; es la filosofía que sistematizó Sto. Tomás; es el aristotelismo tomistizado; es la filosofía que sirvió de instrumento para la defensa de la fe católica; es la filosofía comprometida con la religión y al mismo tiempo, comprometedora de la misma religión.

Desde el siglo XIII la filosofía aristotélica se había aliado en forma muy íntima con la religión, en forma como nunca antes lo había estado. "La adaptación de la doctrina peripatética al dogma cristiano ha sido una verdadera revolución en la historia del pensamiento humano, cuyas inmediatas consecuencias permite ver, aún hoy día, la observación más superficial. Desde el siglo XIII la solidaridad entre el aristotelismo y el cristianismo será tal, que la filosofía peripatética va a participar, por decirlo así, de la estabilidad e inmutabilidad del dogma. Un mismo juego de conceptos, un mismo sistema inicial de principios, permite expresar en una única síntesis, todo

cuanto la Revelación nos impone el deber de creer y todo cuanto la razón nos permite comprender. Por esto toda filosofía que se desarrolla por sí misma, da la impresión de poner en peligro esta síntesis y, también por esto mismo, la vemos sobrevivir a través de seis siglos de tentativas realizadas con la intención de reemplazarla" (E. Gilson). Y esto nos aclara el texto de la "Censura teológica", que precedió a la condena de Galileo. Fueron dos las proposiciones censuradas en 1616, de las cuales la primera reza así: "Que el sol es el centro del mundo y que es absolutamente inmóvil con movimiento local". La censura: "Todos dijeron que dicha proposición es tonta y absurda en filosofía, y formalmente herética, puesto que contradice expresamente sentencias de la Sagrada Escritura en muchos lugares según la propiedad de las palabras y según la exposición común y el sentido de los santos Padres y de los teólogos doctos".

La segunda proposición: "La tierra no es el centro del mundo ni es inmóvil, sino que se mueve, aun con movimiento diurno". Censura: "Todos dijeron que esta proposición ha de recibir la misma censura en filosofía; y considerando la verdad teológica, es al menos errónea en la Fe". Como es fácil apreciar a través de las palabras anteriores, la filosofía y la teología y aun la verdad revelada andaban perfectamente hermanadas; y el quebranto de una habría de afectar a las restantes. De todas las maneras, deseo que quede bien clara la vinculación entre la filosofía escolástica, la aristotélica, y el caso de Galileo. A la pregunda de ¿quién condenó a Galileo? hay que responder: la escolástica aristotélica.

Pese a la fugaz renovación de la escolástica en España durante el siglo XVI, ésta se hallaba en gran postración en los principios del siglo siguiente en España y fuera de ella, como lo demostró el crecimiento de la Reforma. Según algunos, a principios del siglo XVII se advierte en el seno de la escolástica algo parecido a una división de trabajo. Me explicaré: Los propiamente teólogos, entre los cuales se cuentan algunos muy excelentes, se aplican a aquella temática impuesta por las circunstancias, es decir, por las tesis que entraña la reforma protestante; mientras que otros, los de carácter más filosófico, se quedan con lo que ha venido en denominarse filosofía natural. Estos se encargan de cultivar la física aristotélica con su método peculiar. A éstos me refiero principalmente cuando menciono el aristotelismo. Sin embargo, esta división de trabajo de que aquí hablo, es muy relativa. Sea lo que sea quiera, los principalmente teólogos debieron ver que los magros servicios que les estaban prestando sus compañeros, los filósofos, vendrían a la larga o a la corta, a destruir muchas de sus tesis. Y por la espalda, ya que al frente se encontraban los teólogos protestantes.

Juzgo que pueden apuntarse algunas causas concretas para explicarnos semejante estado de cosas:

1. Abandono del pensar personal. Pareciera que se da por acabada la tarea de la reflexión propia; se remite a lo hecho, a lo pensado, y el "magister dixit" resulta el mejor y más cómodo argumento. Este "magister" es, sin duda, Aristóteles y Sto. Tomás; este desplome intelectual se transparenta en el siguiente párrafo. "Que no puede ne

garse que tuvo Santo Tomás ciencia infusa; que toda la doctrina del doctor Angélico en cuanto mira a cada una de sus aserciones y a todas las no retractadas, es verdaderísima y está aprobada por la Iglesia; y, finalmente, que quien dejare en cualquier materia teológica a Santo Tomás por Escoto, Durando u otro teólogo semejante, repugnando y rechazando aquélla por falsa, no está exento de la nota de temeridad, y, quien afirmare que existe en la doctrina de Santo Tomás algunas sentencias improbables en materia teológica, es ciertamente temerario". Y esto se decía en los mismos días de Galileo !

2. Soy de la opinión de que la espléndida libertad intelectual que presidía el pensamiento durante el siglo XVI, quedó anulada por la codificación de la Verdad, llevada a cabo por el Concilio de Trento. Aquí se decidió todo; se dio en creer consciente o inconscientemente que no había que hacer ya nada.

3. Sin embargo, lo anterior no nos explica todo. Entre los escolásticos del siglo XVII se encuentra una crasa ignorancia de las fuentes propias: se desconoce a Aristóteles y también a Sto. Tomás, y se limitan a un determinado número de tesis rutinarias. Las universidades se paralizan porque se fosilizan. Sin fuerza interior, no pudo la escolástica resistir los embates, muy feroces, que le llegaban de fuera; esa carencia de ímpetu interior impidió su renovación, la cual le permitiera sostenerse según lo exigían las necesidades y la altura de los tiempos.

La escolástica estuvo en crisis desde dentro a

causa del nominalismo de Occam, pero la crisis del siglo XVII es una crisis de dentro y de fuera; en la crisis del siglo XIV hubo sólo complicaciones de orden político, pero en la crisis a la que me refiero, las complicaciones son tanto de orden religioso como de orden metafísico. Creo que únicamente desde este punto de vista se nos puede hacer claro el hecho de ese tremendo abatimiento de la escolástica; realmente, no me atrevo a afirmar que la escolástica padeciera sólo por el acosamiento directo de sus enemigos; los principales de éstos se encontraban fuera de ella y a espaldas de ella. Y quienes estaban contando sus días, no eran precisamente enemigos directos de la metafísica aristotélica; ésta caería porque cayó antes la "Física" en la que se apoyaba. Así lo comprendió el mismo Aristóteles: La "Física" estudia las substancias y la Metafísica se remonta a la substancia. No puede haber una metafísica sin su correspondiente "Física" previa, lo que se evidenció, una vez más, a través de la obra de Galileo.

Aunque a Galileo le agradaba ser llamado filósofo, hay que negarle ese atributo; es cierto que entonces al conjunto de los conocimientos que él impartía, se denominaba filosofía de la naturaleza; pero, precisamente debido a su misma obra intelectual, por todo lo que derrumbó y por todo lo que edificó, esa así llamada filosofía se convirtió en ciencia y dejó de ser filosofía. Por tanto, Galileo fue un científico.

Se opuso a los filósofos, a los peripatéticos, sólo en la medida en que ellos obstruían el paso a sus métodos y a sus doctrinas. Estoy en absoluto a

cuerdo con la siguiente afirmación de Lalande: "Se ha de confesar que hay en Galileo -para usar una fórmula escolástica- una admirable intención primera de la física; pero la intención segunda, la reflexión sistemática que consiste en detenerse a examinar los métodos, a tratar de desarrollar su plan de manera refleja, es un paso de segundo grado que le es casi completamente extraño". Sin embargo, no podemos negarle el mérito siguiente: por su obra científica, se renovó la filosofía. Su valor se afianza en dos aspectos: a) negativo, porque destruye la "physis" de la antigua metafísica, y b) positivo, porque abre el camino a una nueva "physis".

Para poder apreciar debidamente el primer punto, el negativo, es necesario presentar un breve resumen de la física aristotélica que es la misma de los medievales y la misma de los escolásticos contemporáneos de Galileo. Ese resumen contiene los siguientes puntos básicos:

1. El universo aristotélico se halla dividido en dos grandes orbes: el celeste y el sublunar. El celeste es inmutable, incorruptible y perfecto. En este mundo celeste, se encuentran dos clases de sustancias: las sensibles y las insensibles; aquéllas son estudiadas por la física, y las otras, las insensibles, por la teología. La teología se entiende con la substancia inmóvil, con el primer motor. La física estudia las substancias sensibles celestes y las sensibles sublunares, que son engendrables y corruptibles. La física aristotélica descansa en la dualidad de un mundo celeste y de un mundo sublunar; sobre la pugna existente entre la inmutabilidad de los cuerpos celestes y del mundo sublunar, escenario de

cambio y de perecimiento. Galileo opera la reducción de este dualismo con su concepto de naturaleza.

2. La tierra es el centro del universo; nuestro mundo es perfecto porque es finito o, lo que es lo mismo, está perfectamente acabado. Los cuatro elementos tradicionales envuelven ordenadamente al mundo y se disponen en esferas concéntricas según el peso de cada uno de los elementos: la tierra está al centro; el agua inmediatamente sobre la tierra; sigue la esfera del aire, y a ésta cubre la del fuego. En torno al fuego, los cielos, el mundo celeste.

Según los escolásticos, el cielo estaba poblado de ángeles.

3. Para esta física, es de importancia primordial el problema del movimiento. El conflicto condensado por los nombres de Parménides y de Heráclito, se halla muy presente en Aristóteles, y éste resuelve la dificultad mediante su teoría de acto y potencia: el paso de un estado a otro nos explica el cambio y, por consiguiente, el movimiento. "El movimiento es el paso de lo que existe en potencia a lo que existe en acto, en tanto se halla en potencia" -afirma Aristóteles.

4. Los cambios tienen lugar siempre por alguna causa, por el contacto de alguna causa. Para los peripatéticos, son cuatro las causas: la material, la formal, la eficiente y la final.

5. La causa final es la causa de las causas. Existe un orden en la realidad, un orden

natural que consiste en que todo se halla dispuesto en grados y en especies; cada substancia conlleva intrínsecamente una tendencia a su propia perfección, formando una estructura en la que todo guarda un orden porque todo ha sido hecho por Dios. Cada ser, por una especie de instinto ontológico, busca su bien, que es la realización de su propia especie. Porque la causa final es la causa de las causas, el hombre, obedeciendo a la causalidad final, se encuentra con Dios.

Tales creo que son los puntos más esenciales de la filosofía de la naturaleza, defendida por el paripatetismo. Las tesis que quedan mencionadas, servíanles para dar con el sentido de la creación. Y estas tesis se pusieron en duda unas, y otras fueron negadas por la nueva cosmovisión.

La razón de esta duda y de esta negación, aparece muy clara a través del problema del método. Antes de entrar a fondo en este problema, no me resisto a transcribir un testimonio del mismo Galileo por el cual vemos el estado de feroz intransigencia en que se encontraban los aristotélicos de su tiempo. Dice así Galileo Galilei: "...el que, como no podía esperarse menos de tu agudeza y de la liberalidad de tu espíritu, hayas sido el primero y casi el único en dar pleno crédito a mis afirmaciones, sin aguardar siquiera a convencerte por tus propios ojos. ¿Qué dirías de los primeros filósofos de esta nuestra alta escuela, que, a pesar de haber sido requeridos una y mil veces para ello, jamás han querido mirar a los planetas o a la luna por el telescopio, cerrando los ojos por la fuerza a la luz de la verdad? Estos hombres creen que la filosofía es un libro como la Eneida o la Ilíada, algo que no se descubre y escruta en

el mundo mismo o en la naturaleza, sino que sólo puede encontrarse (tales son sus palabras) mediante el cotejo de los textos. ¡Cómo te reirías si oyeses cómo el más ilustre de los filósofos de nuestra escuela se esforzaba en borrar y arrancar del cielo los nuevos planetas a fuerza de argumentos lógicos, como si se tratara de fórmulas mágicas".

Es lugar común desde que apareció la obra de Francis Bacon, el afirmar que los aristotélicos, desde el mismo Aristóteles hasta los nominalistas pasando por Sto. Tomás, descuidaban lo que se ha dado en llamar la experiencia. Y esto no es ni medianamente exacto. Ellos creían en la experiencia como fuente de conocimiento, lo que resulta evidente con sólo abrir sus tratados de filosofía natural. Sin embargo, su sistema de experimentación era confusa y claramente insuficiente. Era confusa porque abusaban de la analogía, ya que las experiencias de un grado del ser las revalidaban para otros grados del ser: las experiencias en el orden biológico las utilizaban para interpretar, mediante deducciones, inadmisibles, el orden inorgánico o lo que es peor, el orden astronómico. Su sistema de experiencia era insuficiente porque estaba presidido y dominado por determinados principios metafísicos, los cuales, a su vez, tuvieron su origen en otras experiencias, igualmente defectuosas. Carecían de técnica para conducir sus observaciones, y esa técnica estaba suplida por un sistema de saberes producto de sedimentos míticos. Muy moderado y hasta demasiado condescendiente juzgo el siguiente juicio de J. Maritain: "...el estudio de los fenómenos se limitaba para ellos (los escolásticos) a interpretaciones muy generales desarrolladas a la luz de la filosofía, or-

denadas esencialmente al conocimiento y a un análisis ontológico de las cosas, interpretaciones tanto menos exactas, tanto más dependientes de la simple probabilidad y más cercanas a la simple opinión, cuanto más se aproximaban al detalle de los fenómenos".

Los escolásticos incluso recurrían al testimonio de la Biblia para resolver los problemas de derecho natural y de filosofía natural. Y este método, por ellos empleado, nos explica el conflicto entre ellos y Galileo.

Contra la opinión de Bacon, se define Galileo desde el punto de vista del método. Galileo, el padre de la ciencia moderna, intuye con absoluta claridad que con la experiencia sola no hay posibilidad alguna de llegar a la verdadera ciencia; con la experiencia sola no se consigue otro resultado que una suma de hechos inconexos sin relieve científico. Con la misma evidencia sintió Galileo que la inteligencia sola, despojada del análisis dirigido de la experiencia, a un sistema hueco de conceptos. Por consiguiente, la armonización de la razón y de la experiencia se impone perentoriamente. Y esto es precisamente lo que Galileo realizó con su inmenso genio. He aquí la síntesis de su programa científico: "La filosofía -escribe- está escrita en este vasto libro que se halla abierto ante nuestros ojos, quiero decir, el universo; pero no puede ser leído en tanto que no hayamos aprendido el lenguaje y nos hayamos familiarizado con los caracteres en que está escrito. Está escrito en lenguaje matemático y las letras son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin cuyos medios es humanamente imposible entender una sola palabra".

Mas el aprendizaje de esa lectura exigía previamente un nuevo concepto de la naturaleza, y ese nuevo concepto nuevo de la naturaleza no cabía en las cabezas deformadas por el aristotelismo como enseguida lo veremos. Galileo consigue ese concepto abstrayendo las cualidades secundarias del objeto que ha de constituir la ciencia; las cualidades secundarias son derivadas de las primarias y carecen de existencia objetiva: los olores, los colores, los sonidos etc. no pertenecen a la estructura de la naturaleza, sino que dependen del sujeto. Galileo prescinde, pues, del sujeto y de las cualidades subjetivas para aclarar y formular el auténtico objeto de la ciencia. Después de esta limpieza, la naturaleza, objeto de la ciencia, queda caracterizada por las siguientes notas: número, tiempo y espacio, es decir, por la cantidad. La materia llega a ser así una entidad idéntica y persistente. Y ahora puede funcionar la técnica conceptual adecuada para hacerce la pregunta científica; mediante esta reducción es ya posible leer el libro del universo que, como lo dice Galileo, está escrito en formas matemáticas.

Esta posición científica fue el escándalo intelectual más trágico que pudo darse a los aristotélicos; por esta razón el aristotélico que aparece en los Diálogos de Galileo, con el nombre de Simplicio, trata de refutar la concepción galileana, recurriendo a las cualidades secundarias y al simple testimonio de nuestros sentidos: "No vemos -afirma él- cómo lucha constantemente entre sí lo antagónico, cómo la tierra se convierte en agua, y el agua en aire, y cómo el aire se condensa en nubes, en lluvia y en tormentas? Negar estos hechos evidentes sería destruir

los principios mismos de la ciencia y, con ello, la posibilidad de toda argumentación".

Sin lugar a duda alguna, el pleito entre la nueva ciencia y el pensamiento peripatétito es de carác - ter metafísico; la concepción de la na turaleza a base de lo cualitativo, impuesta por la primacía metafísica de la substancia, jamás podrá avenirse con la concep ción de la naturaleza a base de la cantidad y de las relaciones. Soy del parecer de que en esta encruci jada intelectual debemos ver el primer asalto mor- tal contra el substancialismo. Otro principio aristo télico, metafísicamente esencial para ese sistema, es la universalidad de la causa final: la naturaleza llena de substancias que aspiran a su propio fin, a su per fección. Pues bien, Galileo substituye ese principio con otro a base de la categoría de la necesidad que esencialmente determina el concepto de naturaleza, regida por leyes. Era axioma entre los escolásti - cos: "Las matemáticas no pueden interesarse por el movimiento, porque éste va siempre hacia un fin determinado; y no existe mención del bien en las ma temáticas". De donde la diferencia profunda en la finalidad del nuevo saber científico, pues mientras los aristotélicos pretendían averiguar la razón de las cosas, preguntando por su "porqué", ahora, con mucha mayor modestia, se restringía el saber de la naturaleza a su "cómo".

Si el universo no es un organismo, sus cambios y procesos no estarán regulados por las causas fina les, sino por las eficientes, y, por lo tanto, ha dejado de ser valedera la teoría aristotélica de acto y poten cia; el cambio y el movimiento no estarán orientados hacia algo que no existe; son más bien, productos de

la atracción y de la repulsión de cuerpos que ya exis ten. Y ¿qué suerte corren aquéllas entidades de las que se ha despojado a la naturaleza? ¿Dónde está su acomodo? Galileo contesta a esto: la mente porque los espíritus no pertenecen a la naturaleza y que las cualidades sensibles secundarias son apariencias pa ra esos mismos espíritus. Con esto queda bien ex- plicada la suerte de la "física" de Aristóteles y la de sus discípulos que por el siglo XVII lo deteriora ron lastimosamente.

Se ha abierto definitivamente nuevos rumbos pa ra la ciencia y también para la filosofía. Galileo es el genio que ha creado el diálogo perfecto con la na turaleza y, al mismo tiempo, lo ha liberado de toda invasión mítica. "Quizá -escribe Gouhier- la filo sofía moderna comienza en el momento en que los ángeles dejan de poblar el universo".

El mérito de Galileo ha sido negado tenazmente y tal injusticia llega hasta nuestros días. Como afir ma Luis Rougiero: "Para los anglosajones, el padre de la ciencia moderna es el canciller Bacon; para los franceses, es Renato Descartes. Sin embargo, Gali leo los precede, los completa y los supera. Bacon no ha visto en el procedimiento científico más que el papel de la experiencia; Descartes, nada más que la deducción matemática. Galileo ha sabido cómo asociar matemáticas y experiencia para fundar la ciencia cuantitativa de los modernos".

Antes de terminar, quisiera referirme a un fe- nómeno que se repite en la historia de la filosofía y que también se ofrece en esta encrucijada intelectual, cuyo centro es Galileo. Es la historia del antago-

nismo entre Platón y Aristóteles. Hemos visto cómo Galileo hizo pedazos la "física" aristotélica y que confundida entre esos pedazos se fue gran parte de la metafísica del peripatetismo. ¿Con qué estilo y aun con qué procedimientos realizó tal operación destructora?; o lo que es lo mismo, ¿qué estilo y qué derroteros siguió el sabio italiano para levantar su obra? Basta, para satisfacer este interrogante, que nos fijemos en este punto central de su método: La primacía que se le confiere a la teoría sobre la experiencia. ¿Se apoyará en este aspecto la afirmación, audaz a primeras de cambio, de Whitehead, de que la ciencia moderna no es en su esencia sino unas notas puestas al pie de los diálogos de Platón? Personalmente, opino que así es.

Voy a terminar mi exposición, aclarando mi posición personal. Tal vez algunas de mis palabras habrán producido la impresión de que yo acepto todo lo de Galileo y rechazo todo lo de Aristóteles. Una interpretación semejante sería errada.

El mecanicismo que se implanta con caracteres feroces en el sistema galileano, está ampliamente superado; la vida y la existencia poseen su valor innegable. Y pertenecen a la naturaleza a la que no se le puede producir amputaciones impunemente. Yo acepto todos los progresos científicos como otros tantos eslabones de una realidad total en evolución. Pero yo admiro al genio que removió y deshizo tantas estructuras mentales que hubieron hecho imposibles las teorías científicas actuales, las mismas que en parte contradicen al mismo Galileo. Yo admiro sinceramente la estructura del edificio filosófico levantado por Aristóteles, pero creo, también sinceramente, que su "física" no nos sirve ya, y que poseemos otra para edificar una metafísica distinta de la suya.

GALILAEUS GALILEIUS
Geometriae Astronomiae Philosophiae
Maximus Restitutor
Nulli Aetatis Suae Comparandus.
(De su epitafio)

Por Manuel Tebas Peiró

Cuando uno se propone escribir sobre un hombre de Letras o sobre un hombre de Ciencias, puede hacerlo desde diversos ángulos. Puede estudiar al hombre, a la persona, en sus expresiones más íntimas, en su trayectoria vital, colocándose entonces en el ángulo de psicólogo. Puede estudiar su obra en sí, es decir, puede estudiar aquellas realizaciones, aquellas investigaciones que el hombre en cuestión supo incorporar al acervo cultural de su época, colocándose así en el ángulo del especialista o del historiador de la Ciencia. Puede estudiar, no digo ya sus realizaciones, sino la trascendencia de esas investigaciones, los principios generales que emanan de su obra, colocándose así en el plano del Filósofo de la Ciencia. Esta triple dimensión del estudio de un hombre nos conduce a su conocimiento integral. No es, pues, tarea fácil el conocer a un hombre.

Y cuando este hombre se llama Galileo Galilei,

del que distamos varios miles de quilómetros en el espacio, cuatrocientos años en el tiempo y sin sus obras fundamentales a mano, la dificultad de su conocimiento es aún mucho mayor. Tan sólo a través del vidrio traslúcido de las opiniones ajenas me atrevo a traer a colación la vida, los hechos y la trascendencia de este genio del Ortega y Gasset (1) dijo:

> "qué nos interesa así como así, suelto y sin más frente a frente él y nosotros, de hombre a hombre. A poco que analicemos nuestra estimación hacia su figura, advertiremos que se adelanta en nuestro fervor, colocado en un preciso cuadrante, alojado en un gran pedazo del pretérito que tiene una forma muy precisa: (es) la iniciación de la Edad Moderna"...

Cuando Kepler, en 1609, publicó su gran obra sobre los movimientos de Marte se encontraba en la Universidad de Padua un profesor de Matemáticas que frisaba los 45 años. Era algo más viejo que el sabio alemán y gozaba de buena reputación. Había escrito alguna cosa bastante modesta y al que sólo conocían un estrecho círculo de físicos y matemáticos.

Galileo Galilei nació en Pisa en 1564 y según nos cuenta su discípulo Viviani -al que conocen todos los estudiantes de Cálculo Diferencial por la bóveda que lleva su nombre- a los diecinueve años sabía perfectamente el griego y el latín aunque pensara dedicarse a la medicina, estudios que abandonó para entregarse al de las obras de Euclides y Arquímedes.

(1) Ortega y Gasset. "En torno a Galileo". 1933.

Nos cuenta Viviani que Galileo, asistiendo un día a un oficio en la Catedral de Pisa, se fijó en el balanceo, en las oscilaciones, de una lámpara. ¿Qué puede tener de extraordinario que una lámpara se balancee? Aquí radica un rasgo común a todos los grandes espíritus: nada hay banal para ellos. De todo, si existe temple de genio, extraen una lección y una enseñanza. ¿Cuántos al bañarse habrán notado que el cuerpo pierde peso cuando está sumergido? ¿Cuántos han visto caer una fruta de un árbol? ¿Cuántos han visto balancearse una lámpara? Y sin embargo, la historia de la Ciencia registra un solo Arquímedes que descubre el principio que lleva su nombre, un sólo Newton que expresa la ley de la gravitación universal y un sólo Galileo que descubre la caída de los cuerpos.

> "En el campo de la observación el azar no favorece mas que a los espíritus preparados" (2).

Las oscilaciones de la lámpara catedralicia fueron para el joven estudiante de Medicina un manantial fecundo de reflexiones. Mas estas reflexiones, como diría Poincaré, habrían de permanecer largo tiempo aún en el subconsciente antes de plasmarse de manera acabada en lo consciente. La semilla que nació de aquellas obervaciones no produjo el fruto hasta los últimos años de la vida de Galileo convirtiéndose, de esta manera, en el más rico aporte que este sabio hiciera a la cultura occidental. Es probable que hoy la Medicina eche de menos la gloria

(2) Luis Pasteur: Grabado existente en el vestíbulo de la Fundación Vanderbilt en la Universidad de Harvard.

que pudo proporcionarle un Galileo médico, pero su entusiasmo por las Matemáticas le llevó a abandonar este tipo de estudios y dedicarse a las ciencias exactas y de la naturaleza, aceptando -cuando tenía 25 años de edad- una Cátedra de Matemáticas en la Universidad de su ciudad natal.

En este período -llamado pisano- de la vida de Galileo comienza su polémica con los aristotélicos. La juventud ha sido siempre "una época de locos ardores" y Galileo no iba ser una excepción. Sus 25 años le jactan de no creer en todo lo que Aristóteles enseñaba y de sentir vivas simpatías por el heliocentrismo, sistema astronómico con que, unos cincuenta años antes, un polonés -Copérnico- explicaba el movimiento de los astros. Las ideas que privaban en Pisa eran la autoridad indiscutible de Aristóteles y la creencia firme en el geocentrismo de Ptolomeo. La reacción contra el joven profesor de Matemáticas puede suponerse. Le silban estrepitosamente. Y Galileo, previendo dificultades mayores por parte de las autoridades académicas decide cambiar de aires obteniendo en 1592 una cátedra análoga a la que ocupara en Pisa, pero ahora en la Universidad de Padua.

Y en Padua, contra lo que él mismo esperaba, sus clases constituyeron un gran éxito. Dos veces tuvieron que cambiarlo de aula porque el auditorio aumentaba más y más y el aula resultada pequeña. Por aquel entonces era Galileo un hombre fornido, alto, de mirada penetrante y cabellos rojizos, amante de la buena compañía, del buen comer y del mejor beber. Los nobles buscaban encarecidamente su amistad y gozaba del favor de todos ellos como lo demuestra que en cierta ocasión fué denunciado co-

mo mujeriego, pues vivía alegremente con una hermosa veneciana y no sólo no fué castigado sino que le aumentaron el salario...

Y así, mientras Galileo imparte sus lecciones de Matemáticas y Mecánica prosigue sus investigaciones en esta última disciplina, mas sin publicarlas. Los apuntes que circulaban entre los estudiantes fueron llevados a Francia por el célebre Padre Mersenne que, al traducirlos al francés, contribuyó a la difusión de Galileo entre los intelectuales -Descartes, Desargues, Roverbal, Pascal, etc.- que frecuentaban su celda, cercana a la Place Royal en París. Llegó de esta manera el año 1609, fecha en la que, como decía más arriba, Galileo no había escrito nada de importancia y continuaba permaneciendo inédito para la Ciencia. Pero un día se entera de que un flamenco ha hecho un descubrimiento genial, pues mediante una combinación de lentes se podían ver los objetos lejanos con mayor nitidez. No se sabe exactamente como ocurrió pero el hecho es que Galileo reinventa y monta un anteojo. Al principio los aumentos eran pocos, pero un ajuste adecuado de las lentes le permite construir anteojos hasta de 30 aumentos y ofrece al Gran Duc de Venecia y a los nobles mirar a través del que había montado sobre el campanario de la Iglesia de San Marcos, desfilando por dicho campanario toda la ciudad. "Unos miraban a las gentes que salían de la iglesia vecina y otros a los barcos que se acercaban a la próspera ciudad procedentes de lejanas costas..." !Que gran triunfo para Galileo...! La República, agradecida, le dobla el sueldo.

Una noche de 1610 Galileo dirige su anteojo ha

cia un cielo tachonado de estrellas. ¿Pueden ustedes imaginarse la emoción de este hombre que a través de su anteojo veía lo que ojo humano nunca vió? Galileo contempló estrellas hasta entonces invisibles, y la mancha uniforme, la blanca espuma, que es la Vía Láctea la resuelve y observa que es -nos lo dice el mismo- "una cofradía de innumerables estrellas agrupadas en racimos". Descubre también cuatro lunas que gravitan con dulzura alrededor de Júpiter y por último, en la Luna -que desde Aristóteles se le creía una esfera perfectamente pulida- descubre valles y montañas. Unos años más tarde descubrirá las manchas solares.

En marzo de 1610 Galileo Galilei publica la conocida obra "Siderius Nuncius", comunicando al mundo todos esos descubrimientos. La obra, escrita en latín, asesta dos golpes mortales a las concepciones vigentes. En primer lugar a la cosmología aristotélica, pues basta mirar, decía el sabio paisano, a través del anteojo para convencerse de que -son sus propias palabras-.

"La superficie de la luna no es lisa, uniforme y exactamente esférica, como muchos filósofos creen sino despareja, áspera, llena de cavidades y prominencias, semejantes a la de la faz de la tierra". (3)

En segundo lugar, al sistema geocéntrico de

(3) Citado por Bernard Cohen, pg. 81. "The Birth of New Physics". Publicado, en español, con con el mismo título, por Eudeba. Buenos Aires, 1961.

Ptolomeo con el descubrimiento de los satélites de Júpiter, pues una de las más fuertes objecciones que se le hacía a la teoría de Copérnico era que en este sistema la Luna era una excepción ya que giraba alrededor de un planeta mientras todos los demás lo hacían alrededor del Sol, excepción que en el sistema de Ptolomeo no existía, pero dejemos que, como en el caso de la Luna, sea el mismo Galileo el que nos lo cuente:

"Tenemos aquí un fino y elegante argumento para acallar las dudas de quienes, al tiempo que aceptan con tranquilidad de espíritu las revoluciones de los planetas alrededor del sol en el sistema copernicano, se sienten altamente perturbados porque la luna sólo gire alrededor de la tierra y la acompañe en su traslación anual en torno al sol. Algunos han creído que esta estructura del universo debe ser rechazada por imposible. Pero ahora tenemos no sólo un planeta que gira alrededor de otro mientras ambos describen una gran órbita alrededor del sol, nuestros propios ojos nos muestran cuatro estrellas que lo hacen alrededor de Júpiter tal como la Luna con la Tierra, mientras juntos describen una gran revolución alrededor del sol en un lapso de 12 años" (4).

El descubrimiento de las manchas solares lo publica Galileo unos tres años más tarde de la primera edición del "Siderius Nuncius", en un libro titulado: "Historia y demostraciones relativas a las manchas solares y sus fenómenos".

(4) Bernard Cohen. Obra citada. pág. 91-92.

Puede imaginarse la conmoción que produjo el "Siderius Nuncius". Se multiplicaron los anteojos y por doquier aparecían gentes dispuestas a escudriñar los cielos tratando, más de una vez, de apoderarse de aquello cuya prioridad correspondía a Galileo. Es por este motivo por lo que Galileo resuelve registrar desde ahora en adelante, sus descubrimientos en forma de anagramas. Así, nos dirá que "el planeta más lejano tiene forma triple". Se refiere a Saturno, pues el anteojo de Galileo no era lo suficientemente potente para distinguir los anillos, gloria ésta que cupo al holandés Huygens. Otro descubrimiento que anunció también en forma de anagrama fue el de las fases de Venus: "Cynthiae figuras aemulatur mater amorum", que significa "Las formas del amor (Venus) rivalizan con las de Diana (La Luna)". Desde hacía bastante tiempo, Galileo había adoptado el sistema copernicano, pero es después del descubrimiento de los satélites de Júpiter y de las fases de Venus cuando se lanza con el mayor celo imaginable a propagarlo.

La fama de Galileo crecía más y más, y el hecho de haber llamado a los satélites de Júpiter "Estrellas Mediceas" surtió el efecto esperado. El Gran Duque de Toscana Cosme II le ofrece el puesto de primer matemático y filósofo de la Universidad de Pisa, colmándole de honores y haciéndole ingresar en la Academia dei Lincei. Los descubrimientos realizados por Galileo lo hacen comparable, ante los ojos de sus contemporáneos, a Colón, interesándose por sus publicaciones no sólo los hombres de ciencias sino también todos los hombres cultos y de ingenio de la época. En un poema de Johannes Faber puede leerse:

"Apártate, Vespucio, y también tu, Colón. Ambos encontrastéis, es cierto, vuestro camino en los mares desconocidos. Pero Tú, Galileo, tú sólo, diste a la raza humana secuencia de las estrellas".

Y en el "Paraíso perdido" Milton - influído e impresionado por la figura de Galileo al que conoció personalmente en Italia-escribe:

"... estrellas
Numerosas, y cada estrella quizás un mundo de destinada habitación".

La aparición de varios cometas en 1618 provoca la aparición de otra obra de carácter astronómico que constituye uno de los escritos más interesantes de Galileo, y no precisamente por su contenido científico que, dicho sea de paso, es bastante escaso, sino porque en ella Galileo Galilei nos revela una faceta bastante desconocida para muchos, la de ser un artífice, de primera línea, de la lengua italiana. Y es en esta obra "Il Saggiatore" en la que aparece esa frase tan citada de Galileo sobre el papel de las matemáticas en las ciencias de la Naturaleza: "El libro de la Naturaleza está escrito en lenguaje matemático".

Las evidencias que se iban acumulando en las obras de Galileo no convencían a todos. La inercia de los siglos no se vence fácilmente y hasta hubo quien achacaba los descubrimientos que Galileo había realizado en los cielos a defectos existentes en las lentes que formaban parte del anteojo. Las evidencias no bastaban y había que buscar los argumen

tos a favor de las tesis galileanas no en el firmamento sino en la Biblia. Y Galileo selecciona textos sagrados, los estudia y muestra que están de acuerdo con el sistema copernicano. Sus adversarios replican con ardor y a pesar de contar entre los amigos de Galileo al Gran Duque de Toscana y a varios Cardenales no logra impedir que en 1616 el Vaticano condene a Copérnico, lo que no es óbice para que unos días más tarde, el Papa Paulo V, lo reciba, en audiencia especial, con suma amabilidad y cordialidad.

Pero los enemigos de Galileo no dejan de seguir intrigando. Con seguridad piensan que la condenación de Copérnico era demasiado benigna y se preveía un ataque más directo contra Galileo. Y la ocasión llegó en 1632. Aprovechando que había subido al solio pontificio su amigo el Cardenal Maffeo Barberini, que adoptó el nombre de Urbano VIII, publica unos "Diálogos" en los que pone en escena a un partidario de Ptolomeo y a dos de Copérnico. La publicación de la obra fue juzgada insolente, pues un laico atrevíase a volver sobre una cosa ya juzgada y condenada, el sistema de copérnico. Para desgracia de Galileo hubo quién, con evidente mala fe, vio en el partidario de Ptolomeo, que por cierto era bastante tonto, un retrato del Papa Urbano, con lo que éste se molesta, retira su amistad, rompe el lazo que los unía y hace traer a Galileo a Roma.

Y comienza esa época de Galileo sobre la que se ha escrito demasiado y muchas veces con un criterio excesivamente estrecho. Me inclino a citarles lo que al respecto nos dice Pierre Rousseau, el reconocido historiador de la Ciencia francés , sobre la estancia de Galileo en Roma.

"Fué maravillosamente bien tratado. Alojado en el palacio de un alto funcionario de la Inquisición, libre para ir y venir en el palacio, tenía buena casa y sus amigos, los cardenales le visitaban con frecuencia. Durante este tiempo el Santo Oficio le instruía el proceso. Por fin llegó el 23 de junio de 1633 y el acusado debió pronunciar la fórmula de abjuración: "Yo Galileo, en el setenta año de mi vida, de rodillas ante las escrituras, a las que toco con mis propias manos, abjuro, maldigo y detesto el error y la herejía del movimiento de la tierra".
Galileo nunca fue torturado y si se prohibió la difusión de la obra completa de su proceso fue para disimular, no la severidad, sino la indulgencia. Al Santo Oficio no le convenía que en aquella época se supiera que podía ser blandengue. La abjuración fue el único martirio que se le impuso y su prisión el palacio de su amigo Piccolomini, Arzobispo de Siena. El resto de su vida lo pasó en su casa de campo, en Arcetri , cercana a Florencia". (5)

Y Galileo, superados los setenta años de edad vuelve la vista sobre los escritos que iniciara allá en Pisa cuando tenía escasamente 30 años. Galileo recuerda las observaciones y experiencias realizadas en su juventud, cuando la Ciencia Física, al igual de lo que ocurre en aquellos momentos, sigue impregnada de un aristotelismo feroz, pues se seguía explicando que cada cuerpo busca su lugar "natural", que había dos clases de movimientos, el na

(5) Pierre Rousseau. "Histoire de la Science", página 201.

tural y el violento, y que los cuerpos más pesados caían con más velocidad.

A partir de 1633 se inicia el período de Arcetri. Si en el período de Padua Galileo inició nuevos rumbos a la investigación astronómica es en el de Arcetri en el que produce su mejor obra, y por la que la Ciencia ha grabado con letras de oro el nombre de este sabio, dando de esta manera un rotundo mentís a los que defienden que en las Ciencias todo lo han hecho barbilampiños veinteañeros.

Galileo se "guía por el principio de la sencillez y opone al concepto teológico y animista de la naturaleza consideraciones teóricas sobre el movimiento", (6) transformando una física cualitativa -la de Aristóteles- en una física cuantitativa, abandonando una física presidida por el "por qué", por una física presidida por el "cómo".

En 1638 publica en Leyden, ciudad de Holanda, su última obra "Discorsi e dimostraczione matemátiche, intorno a due nuove sciencia". Si fuera posible señalar una fecha relativa al nacimiento de una nueva ciencia no vacilaría en señalar esa de 1638 como la del nacimiento de la mecánica y la física moderna.

Los "Discorsi" están divididos en cuatro jornadas, parte de ellas en italiano y otras en latín. Las dos primeras partes se refieren a los problemas inherentes a la cohesión de los sólidos y a la

(6) Francisco Vera. "Historia de la Cultura Científica". Tomo IV. Buenos Aires.

resistencia que oponen éstos a la ruptura, siendo, pues la resistencia de materiales una de las dos nuevas ciencias de que habla el título. La jornada tercera la dedica al estudio de la caída de los cuerpos y la cuarta al problema del proyectil, terminando con un apéndice de claro sabor arquimediano". "Teoremas sobre el centro de gravedad de los cuerpos".

Son las jornadas tercera y cuarta las que dan mayor timbre de gloria a Galileo, pues en ellas, además de los resultados que el sabio pisano obtiene, señala los derroteros por los que navega la Ciencia Física. Quizás sea interesante, para una mejor comprensión y entendimiento de la obra de Galileo, el explicar, mediante un ejemplo -el clásico de la caída de los cuerpos- en que consiste eso que Xavier Zubirt ha llamado "una reforma radical del sentido de la naturaleza".

Respecto a "cómo" se lleva a cabo la caída libre de los cuerpos, Galileo titubeó mucho tiempo. Comenzó suponiendo que el movimiento de dicha caída es de tal manera que todos los incrementos de la velocidad son proporcionales a los caminos recorridos. En el lenguaje matemático, si "s" representa el espacio y "t" el tiempo, dicha hipótesis se expresaría:

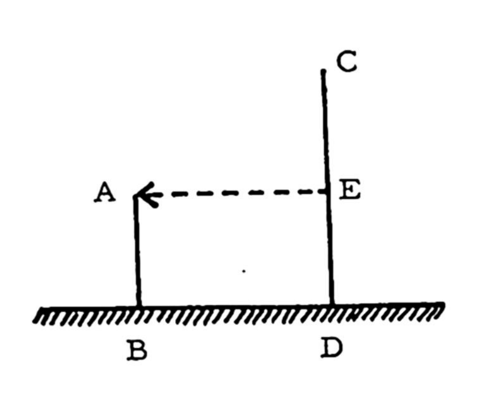
$$\frac{ds}{dt} = k \cdot s \qquad (1)$$

donde k representa una constante experimental. La integración de (1) nos da:

$$s = C \cdot e^{k \cdot t} \qquad (2)$$

donde "e" es la base de los logaritmos neperianos y "C" representa una constante de integración. Y haciendo en (2) t = O, es decir, cuando aún no se ha iniciado el movimiento, el espacio recorrido s = O, conclusión ésta que no se ajusta a la experiencia y que sin duda hubiera chocado a Galileo.

Mas Galileo no conocía el cálculo infinitesimal que, a la sazón, se estaba gestando. Y Galileo, mediante un razonamiento plagado de errores, pero con una intuición que para sí quisieran muchos investigadores de hoy, llega a la misma conclusión, pues si dos objetos, situados respectivamente en A y C -el segundo a doble altura, sobre el nivel del suelo BD, que el primero- llegarán a B y D con velocidades 1 y 2 respectivamente, a partir del punto E, la caída del cuerpo situado en C sería instantánea, pues todo el tiempo gastado por el objeto situado en A en recorrer AB sería idéntico al gastado por el objeto situado en C en recorrer C E.



Supone a continuación Galileo que el movimiento de caída libre de un cuerpo es de tal manera que todos los incrementos de la velocidad son proporcionales al tiempo de duración de la caída. En nuestro lenguaje matemático, dicha hipótesis se expresaría :

$$\frac{ds}{dt} = k \cdot t$$

de donde, mediante una integración elemental a lo largo del intervalo de tiempo [O,t] que dura la caída, se obtiene que:

$$s = \frac{1}{2} \quad k \cdot t^2$$

que constituye la ley de caída libre de los cuerpos, enunciada con toda precisión en los "Discorsi" y verificadas experimentalmente después de obtenida mediante desarrollos lógicos-deductivos. Fácil es suponer que los desarrollos del ilustre pisano no coinciden con los nuestros por la razón, más arriba apuntada, de su desconocimiento del cálculo infinitesimal. Sus deducciones son casi siempre geométricas y también, como hemos dicho, la mayoría de las veces erróneas, aunque las conclusiones sean verdaderas siendo este "el mejor elogio en favor de sus condiciones de investigador y de su fina sagacidad". (7)

Es a Galileo al que debemos ese proceder de la hipótesis intuitiva al experimento y al que debemos el primer estudio serio del movimiento, desprovisto de todo ropaje metafísico. Galileo Galilei se diferencia de sus contemporáneos Francis Bacon y Renato Descartes en que no dedicó ningún tratado especial para explicar en qué consiste el método científico y mientras el mundo de la ciencia no conoce un solo ejemplo en que las tan celebradas tablas del canciller hayan servido para algo, lo mismo que con

(7) Ernst Mach: "Die Mechanik in ihrer Entwicklung historich-kritisch dargestellt". Traducción española, con el mismo título, en Espasa-Calpe, página 110.

las archiconocidas reglas del pensador francés se ha prestado un solo servicio a las ciencias naturales, Galileo, en sus "Discorsi" nos dicta su lección magistral, al exponernos en múltiples ejemplos ese proceso intelectual que hoy es indispensable en la investigación del mundo físico: Hipótesis intuitiva, consecuencias lógico-deductivas de dichas hipótesis y sometimiento de dichas hipótesis, o de sus consecuencias, al veredicto de la experiencia. Todo lo que el mundo de hoy debe a las ciencias Físicas se lo debemos a ese esquema genial que hace más de trescientos años redactara este hombre. Quiero llamar la atención sobre ese lugar común que es llamar el método preconizado por Galileo "método experimental". Galileo, como hemos dicho más arriba, utiliza el experimento, pero que eso quede bien claro, el experimento es sólo una fase de la marcha del proceso. Quedarse sólo con ella, con la experiencia y con la inducción postrera y generalizadora es confundir la parte con el todo, mutilar lamentablemente, la actividad intelectual del investigador.

Hoy todos los cultivadores de las Ciencias Físicas vuelven la vista hacia la casa de Arcetri cuando se disponen a estudiar la Naturaleza pues en Arcetri está el inicio del surco profundo que un día abriera un anciano, al que la pérdida de la vista no consiguió agriarle el carácter. Murió el 8 de Enero de 1642 rodeado de sus discípulos más queridos, Viviani y Torricelli y de su hijo Vicente Galilei, dándose, con ello, fin a una gran existencia.

Si creyera en la metempsicosis estaría convencido de que Galileo es el punto de enlace de dos genios que son uno mismo con Galileo. Galileo muere

el mismo año en que nace Newton y Galileo nace el mismo año en que muere Miguel Angel, otro toscano genial. No quisiera terminar este modesto recuerdo a Galileo Galilei en su centenario sin recordar también al que quizás entregara a Galileo en 1564 la antorcha olímpica de la genialidad. Como Galileo, Miguel Angel llevó también una vida sumamente agitada y desgarrada y Galileo, cansado ya de vivir, bien podía haber hecho suyos los versos que grabara Miguel Angel al pié de la estatua de Julián de Medicis allá en Florencia:

DULCE ES DORMIR,
PERO ES MAS DULCE SER DE MARMOL
MIENTRAS REINA EL OPROBIO Y LA MISERIA.
!CUIDADO! NO ME DESPIERTES.
HABLA QUEDO...

Manuel Tebas Peiró

Estas conferencias se imprimieron en el Departamento de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, por el Sistema Offset y su texto fue le vantado en IBM.
Edición 1.000 ejemplares
Febrero 1966

San José, Costa Rica
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
Febrero 1966